AS BIOTECNOLOGIAS NO BRASIL[1]

BERNARDO SORJ[2], JOHN WILKINSON[3] e ODACIR CORADINI[4]

RESUMO - O presente trabalho tenta delinear, de maneira descritiva, a situação das biotecnologias no Brasil, como um tipo específico de País em desenvolvimento. Examina as conseqüências das biotecnologias para o Brasil. Não pretende se constituir numa avaliação geral do seu potencial para o desenvolvimento, nem de propor políticas alternativas.

ABSTRACT - This work attempts to descriptively outline the situation of biotechnologies in Brazil, considered as a specific type of developing country. It examines the consequences of biotechnologies for Brazil. It is not intended to be a general evaluation of their potential for development, or a proposal for alternative policies.

INTRODUÇÃO

As biotecnologias aparecem hoje em dia como um dos principais setores de tecnologia avançada, com profundas conseqüências para a sociedade e, especialmente, para países em desenvolvimento. Isto particularmente em função do seu extenso impacto em energia, saúde e produção agrícola, o qual, por sua vez, determina mudanças no plano do comércio internacional e das estruturas industrial e rural.

---

[1] Este trabalho é um resumo do dossiê apresentado ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). Uma versão completa deste relatório encontra-se disponível em Português e Francês.

[2] Ph.D. em Sociologia, Pesquisador Senior do Instituto de Relações Internacionais da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rua Marques de São Vicente, 225, CEP 22453 Gávea, RJ.

[3] Ph.D. em Sociologia, Professor do Centro de Pós-graduação em Planejamento e Desenvolvimento Agrícola (CPPDA), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Itaguaí, RJ.

[4] MA em Ciências Políticas, Doutorando em Antropologia pelo Programa de Antropologia Social, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Quinta da Boa Vista, RJ.

O objetivo do nosso estudo é examinar as conseqüências sócio-econômicas das biotecnologias para o Brasil, como um tipo específico de país em desenvolvimento: um país que já atingiu um grau de industrialização e nível potencial científico e tecnológico que o tornam, em princípio, capaz de integrar as biotecnologias de uma forma autônoma, como base para promoção de seu desenvolvimento.

Os estudos de política científica e tecnológica no Brasil sofrem muitas vezes do viés de separar a questão do desenvolvimento científico e tecnológico das condições necessárias que permitam a passagem da pesquisa a industrialização. Assim temos estudos de política científica e tecnológica que desconhecem a dimensão da produção industrial ou estudos sobre a estrutura industrial que desconhecem as estruturas de pesquisa em ciência e tecnologia.

A existência de um potencial científico e tecnológico não assegura que ele se traduzirá no desenvolvimento de estruturas produtivas adequadas. A passagem de um setor para outro só é possível na medida que se organizam dispostas a assumir os investimentos e riscos em pesquisa e desenvolvimento. É nesta questão que se colocam os gargalos para o avanço do controle nacional nos setores de ponta. A necessidade de criar modelos empresariais capazes de realizar a transferência para a produção industrial da pesquisa acadêmica se apresenta como uma questão ainda não ressolta no caso das biotecnologias.

A experiência brasileira em outros setores de tecnologia de ponta tem mostrado que para produtos diferentes tem-se desenvolvido modelos empresariais diferentes. A forte presença estatal na petroquímica, a forte articulação da empresa privada com as orientações estatais no setor de armamentos, a presença de grandes grupos privados na informática indicam a diversidade de estratégias que tem-se apresentado para o desenvolvimento de outros setores de ponta.

O alto grau de internacionalização dos setores industriais mais afetados pelas biotecnologias (farmacêutica, química, agroindustrial) tem como contraponto a capacidade demonstrada por sucessivos Governos brasileiros de estabelecer o controle sobre produtos (petróleo) e tecnologias (informática) uma vez definidos como fundamentais para o interesse nacional. Embora no caso do petróleo a solução encontrada fora a estatização, as estratégias em relação a informática, que repercute em várias indústrias, tem sido a de proteger a consolidação de empresas nacionais.

As biotecnologias implicam tanto na substituição de produtos existentes, como a criação de produtos novos, e envolve uma variedade de processos industriais

abrangendo os mais diversos setores (produção agrícola, química/farmacêutica, prospecção mineral, informática) estabelecendo um novo patamar para o conjunto da produção industrial.

A característica das biotecnologias é que potencialmente elas abrangem a maioria dos setores industriais e portanto qualquer política nacional teria que lutar contra o perigo de reduzir o seu alcance a um ou outro setor. Além do mais, a velocidade da evolução científica e tecnológica nesta área exige flexibilidade e cautela contra uma excessiva especialização.

O problema central que as biotecnologias colocam é o da elaboração de uma estratégia industrial capaz de responder ao duplo desafio: 1) "externo", das multinacionais, que não exclue obviamente formas de colaboração; e 2) "interno", da sua própria complexidade e abrangência que impede uma estratégia parcial, seja por produto ou setor, e exige a definição de políticas que leve em conta todos os aspectos que, conjuntamente, definem o potencial das biotecnologias.

Uma política realista para o setor terá que ser construída com base numa análise dos seguintes elementos:

1. As políticas industriais, implícitas e explícitas, atualmente desenvolvidas nos setores chaves para a biotecnologia.

2. As estratégias das multinacionais atuando nestes setores.

3. A resposta que está sendo dada por empresas nacionais.

Ao mesmo tempo o Brasil não está sozinho no esforço de impor uma política industrial coerente que aproveite o potencial aberto pelas biotecnologias. Não precisando se restringir aos exemplos fornecidos por outros países semi-industrializados, que, regra geral, encontram-se na mesma fase inicial de elaboração de políticas nacionais, e deixando de lado os Estados Unidos e Japão, nossos estudos anteriores mostraram que os países europeus também estão sendo forçados a enfrentar os desafios das biotecnologias num contexto em que o capital estrangeiro ameaça inviabilizar a consolidação de estratégias nacionais.

A experiência de alguns países como, por exemplo, a França, baseada mais na empresa estatal, e a Inglaterra, na iniciativa privada, mostra o leque de opções dentro de um **continuum** que vai à direção de estatização por um lado, à indústria privada por outro.

O presente trabalho é um primeiro esforço para delinear o contexto sócio-econômico das biotecnologias no Brasil. Não pretende, portanto, ser uma avaliação geral do seu potencial para o desenvolvimento brasileiro, nem propor políticas alternativas. Esperamos vir a fazê-lo futuramente, com base nos estudos detalhados que ora estamos levando a cabo.

As biotecnologias incluem os mais diversos campos industriais e científicos, não estando nos limites ou propósitos deste estudo, apresentar uma avaliação de todo e qualquer centro de pesquisa ou indústria de alguma maneira ligados com biotecnologias. Ao invés disso concentramo-nos nos principais centros de pesquisa, que tocam preocupações industriais e orientações políticas. Por este motivo damos particular atenção ao programa do Álcool, uma vez que fornece uma das bases mais importantes para o desenvolvimento de biotecnologias no Brasil. Simultaneamente, no entanto, discutimos as principais evoluções nas áreas de agricultura, utilização de resíduos e saúde. Incluimos também avaliações de pesquisa e processos industriais relacionados com biotecnologias os quais utilizam técnicas tradicionais, na medida em que estes têm potencial para integrar processos modernos.

Este trabalho tem duas partes principais. Na primeira discutimos os programas e organismos de financiamento de pesquisa em conjunto com as instituições aí envolvidas. A isto segue-se, na segunda parte, uma análise das principais linhas de pesquisa e dos mais importantes progressos nos setores fundamentais de biotecnologia.

PRIMEIRA PARTE

POLÍTICAS DE APOIO E PRINCIPAIS GRUPOS DE PESQUISA EM BIOTECNOLOGIA

Formalmente, o Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, é o organismo que dirige a política científica e tecnológica do país. No entanto, embora tenha um orçamento considerável e seja a principal fonte de verbas para pesquisa no interior da comunidade acadêmica, o seu significado é limitado por restrições políticas e normativas provenientes de organismos políticos para o desenvolvimento industrial que se lhe sobrepõem; políticas relativas à definição de áreas prioritárias para investimentos públicos; políticas reguladoras da transferência de tecnologia e investimento estrangeiro e outros.

A FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos é a principal fonte de financiamento à pesquisa científica, particularmente a programas de desenvolvimento tecnológico, tanto no setor privado como no público. Constituída como uma instituição financeira, participa de projetos tecnológicos através de empréstimos em termos altamente favoráveis.

Além do CNPq e da FINEP, instituições que operam nos mais diversos campos de ciência e tecnologia, diversos ministérios e empresas públicas, os quais têm orçamentos próprios e instalações de pesquisa e desenvolvimento, devem ser mencionados quando se considera o setor público. Do ponto de vista da biotecnologia, o Ministério da Indústria e Comércio merece especial atenção, uma vez que, além do seu papel normativo para o setor como um todo, tem sua própria infra estrutura e seu próprio programa de pesquisa organizado através da STI - Secretaria de Tecnologia Industrial. Atenção idêntica deve ser dada ao Ministério da Agricultura, o qual, através da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, detém recursos e uma infra estrutura que tornam a pesquisa agrícola virtualmente independente dos outros setores.

1. Programas de Incentivo à Biotecnologia

O Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB) foi estabelecido em 1981, sob coordenação conjunta do CNPq e da FINEP. Por sua vez, este programa inclui um subprograma de Engenharia Genética. É bastante difícil calcular o orçamento do programa, pois seus objetivos nem sempre são alcançados, além do que, estes recursos sofrem um severo processo de erosão ao não serem reajustados para acompanhar a taxa de inflação, acima de 200% nos últimos dois anos.

Avaliações recentes indicam, no entanto, que durante os três anos, 1980-2, em média, cerca de 15 a 17 milhões de dólares foram gastos anualmente em pesquisa e desenvolvimento de biotecnologia pela FINEP e STI/MIC - Secretaria de Tecnologia Industrial/Ministério da Indústria e Comércio. Estes números devem, porém, ser qualificados, uma vez que grande parte desta quantia estava vinculada ao Programa Nacional do Álcool e ao financiamento de grupos de pesquisa de ciências biológicas (Cassiolato 1983). Segundo Zilenkas (1982), o PRONAB utilizou cerca de 3 milhões de dólares nos anos de 1982/3. Num futuro próximo, os programas de biotecnologia receberão importante apoio do Banco Mundial, a ser administrado através da FINEP, e o MIC/STI está para receber cerca de 7 milhões de dólares do BIRD e da UNIDO.

Embora recebendo um apoio significativo de algumas áreas, os impedimentos ao desenvolvimento de programas de biotecnologia no Brasil não devem deixar de ser levados em conta. Em primeiro lugar, um impedimento estrutural básico é dado pela crise econômica, a qual leva ao corte de recursos para pesquisa, ameaçando a estabilidade das instituições de pesquisa, particularmente daquelas nas Universidades.

Em segundo lugar, a relação entre a pesquisa científica e tecnológica e o desenvolvimento de uma política industrial para o setor é ainda muito frágil. A isto deve ser acrescentada a fragilidade das relações entre a universidade e os setores industriais, o que é exacerbado pela indefinição do nível das prioridades dentro do próprio PRONAB.

Se compararmos a biotecnologia com outros importantes setores avançados, tais como a informática, estas limitações tornam-se ainda mais nítidas. A biotecnologia não tem o apoio de nenhum setor-chave dentro da estrutura do Estado, em contraste com a informática, a qual tem o apoio dos militares, em nome da "segurança nacional". No nível industrial, também estamos lidando com um setor já em larga medida "ocupado" pelas multinacionais, particularmente no caso da indústria farmacêutica. Em contraste com isto, a informática abriu um novo setor industrial, no qual os grupos econômicos brasileiros mais importantes - os grandes bancos - começam a investir diretamente. Não se encontram grupos industriais com peso semelhante exercendo pressão no sentido de um controle nacional sobre o desenvolvimento da biotecnologia. O exemplo do GIFOR - o Grupo Interministerial para o Setor Farmacêutico é sintomático. O GIFOR foi um plano, elaborado a nível interministerial, para promover a produção nacional dentro do setor farmacêutico. Em conseqüência de pressões políticas das principais multinacionais que controlam este setor, o programa foi paralisado, quando dois ministros recusaram o seu apoio, um dos quais, o Ministro da Indústria e Comércio, alterou sua posição como conseqüência de tal pressão. Sendo inicialmente favorável ao plano, o Ministro defendeu, posteriormente, modificações que prejudicariam a estratégia protecionista delineada no plano. O controle oligopólico sobre setores do mercado por capitais multinacionais constitui, portanto, uma barreira fundamental ao desenvolvimento de estratégias coerentes para o setor.

Ao mesmo tempo, no entanto, é ainda muito cedo para apresentar uma avaliação do PRONAB, ou, mais genericamente, do desenvolvimento da biotecnologia no Brasil. Em vários campos, o Brasil adquiriu nível razoável de desenvolvimento científico, embora, dentro do contexto acadêmico, isto ainda permaneça disperso

e atomizado. Enquanto, como veremos na segunda parte deste relatório, existam exemplos bem sucedidos de associações inexistentes ou, o que acontece freqüentemente, os pesquisadores da universidade brasileira terminam por vender seus serviços diretamente às multinacionais.

2. Mecanismos Reguladores

Além do investimento direto em pesquisa e desenvolvimento, um aspecto fundamental da política do Estado para o setor é o da legislação sobre patentes e o controle sobre a importação de tecnologia.

De acordo com o Código Brasileiro de Propriedade Industrial, as patentes não são extensivas a substâncias alimentares ou químico/farmacêuticas, nem a microorganismos. Teoricamente, esta lei impediria que a biotecnologia fosse monopolizada pelas multinacionais no setor. Ao mesmo tempo, no entanto, desencorajaria descobertas nesta área por parte de cientistas brasileiros. Ambas conclusões devem, no entanto, ser qualificadas. Mesmo sem patentes, as multinacionais obtém controle oligopólico sobre setores específicos através do seu **know-how** em pesquisa industrial e de desenvolvimento, e através do seu controle das redes de comercialização. Por outro lado, na medida em que parte considerável da pesquisa científica brasileira é levada a cabo por instituições do Estado ou semi-estatais, o incentivo ao lucro individual não é muito significativo.

O que está em questão é a extensão da área de atividade do Estado, numa situação na qual o capital privado nacional mostra pouca vocação para assumir investimentos implicando em risco, e onde os capitais multinacionais mantêm o controle sobre a geração de tecnologia em suas matrizes. Mesmo assim, quando a proteção legal é possível, as multinacionais não prescindem de patentear seus produtos. Por exemplo, em 1981, 90% dos pedidos de patentes na indústria química foram de não-residentes. Apenas da Bayer, os pedidos eram equivalentes a todos os pedidos feitos por residentes. No subsetor de petroquímica, fertilizantes, pesticidas e corantes, quase 100% dos pedidos foram feitos por não-residentes.

O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) é o principal órgão regulador de transferência de tecnologia, no caso do Brasil. Sob os efeitos da crise econômica, o INPI tendeu a maior severidade quanto à autorização de importação de tecnologia. Desde 1980, grupos profissionais e comerciais começaram a ser ouvidos pelo INPI; e desde 1981, serviços técnicos especializados estrangeiros somente podiam ser contratados após consulta ao INPI.

3. Principais Centros de Pesquisa

Os mais importantes laboratórios e centros de pesquisa ligados aos programas nacionais de desenvolvimento de biotecnologias, embora especializados nestas áreas, permanecem integrados em outras áreas de pesquisa. De fato, uma das tendências características da biotecnologia, em termos científicos e técnicos, é unificar áreas até então diferenciadas, tais como energia, saúde, agricultura etc.

3.1. Alcoolquímica

Embora sendo, potencialmente, o setor a partir do qual um programa coerente e sistemático de biotecnologia poderia ser desenvolvido, o Programa Nacional do Álcool, pelo menos na sua fase inicial, resultou mais da necessidade do Governo de economizar petróleo e de defesa da indústria do setor automobilístico. Mesmo assim, à medida que o Programa do Álcool começou a consolidar-se, o seu impacto sobre o desenvolvimento nacional de biotecnologia aumentou proporcionalmente. Isto teve reflexos diretos na área de pesquisa de fermentação, enzimas e processamento de biomassa e, indiretamente, na pesquisa de fontes de biomassa de maior rendimento.

O Programa Nacional do Álcool é controlado pela Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL). Por sua vez, o STI do MIC é o órgão executivo para pesquisa e desenvolvimento de etanol, e estabeleceu um centro nacional de pesquisa de álcool em Lorena, no Estado de São Paulo.

Um grande número de diferentes instituições e empresas estão, no entanto, ligadas com o programa, tanto através de subcontratos como de esquemas de financiamento parcial. Neste contexto, a EMBRAPA e o IAA/PLANALSUCAR devem ser mencionados quanto à produção de biomassa, e a COALBRA/PETROBRÁS, o IPT, CEPED, BIOBRÁS, FTI e INT também estão envolvidos com a tecnologia de processamento de biomassa. Em termos de Universidades, a USP e a ESALQ merecem atenção especial. Além da pesquisa sobre agricultura, a EMBRAPA desenvolveu um programa de energia, de estímulo a biodigestores e minidestilarias.

3.2. Agricultura

Na área agrícola, a EMBRAPA ocupa um lugar central, possuindo diversos centros de pesquisa através do país. Assume particular importância o seu Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), que cumpre funções de um banco genético. Além da EMBRAPA, deve-se mencionar o Centro de Biotecnologia no Rio

Grande do Sul, ligado ao Programa MIRCEN, das Nações Unidas. O Centro de Biotecnologia Agrícola da ESALQ opera tanto no nível da pesquisa sobre fermentação e microorganismos envolvidos na produção do álcool, como na área de cultura de tecidos.

3.3. Saúde

Embora, como mencionado acima, este setor esteja dominado por capitais estrangeiros, existem áreas específicas as quais são particularmente favoráveis à pesquisa nacional, como o caso de doenças típicas de climas tropicais e do subdesenvolvimento. Neste contexto, deve-se mencionar a Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ), seguida do Instituto Butantã e pela Escola de Medicina de São Paulo. Só a FIOCRUZ tem cerca de 250 pesquisadores e técnicos de alto nível.

3.4. Conclusões

Dificilmente se poderia falar, hoje, de uma estratégia coerente do Governo para a biotecnologia. No atual contexto, predominam dois fatores básicos: 1) a importância-chave do Programa Nacional do Álcool com seus múltiplos impactos, diretos e indiretos, no desenvolvimento da biotecnologia, e em função dos quais já se encontram alocados, no programa, recursos humanos e financeiros significativos; 2) a existência de uma polarização entre, por um lado, a política do Governo, e por outro, o peso das empresas multinacionais, o que equivale a dizer que o futuro da biotecnologia depende, em grande parte, das medidas normativas e do investimento público para promoção ou pesquisa.

4. O Sistema Universitário e as Bio-Indústrias

De um modo geral, é correto dizer que existe falta de comunicação e de articulação entre a pesquisa acadêmica e o sistema industrial, mas existem exceções significativas no caso das biotecnologias. Basicamente através de três canais, se estabelece uma relação direta entre a pesquisa acadêmica e suas aplicações industriais.

1. A subcontratação de pesquisas por parte de órgãos do governo ou de empresas públicas, cujos resultados serão, então, utilizados ou divulgados por estes órgãos.

2. A subcontratação direta de pesquisas ou a venda de resultados do trabalho de pesquisadores universitários à indústria privada, sobretudo multinacionais. Neste caso, estas últimas beneficiam-se da infraestrutura universitária e dos fundos públicos alocados em pesquisa, embora tais relações representem opções secundárias dentro das estratégias de pesquisa e desenvolvimento de tais empresas.

3. A organização de laboratórios industriais através de um relacionamento mais ou menos orgânico com os centros de pesquisa da Universidade. Nestes casos, um ou mais membros da comunidade acadêmica seriam co-participantes no laboratório. Este tipo, que se aproxima do Modelo Americano, apresenta variações, dependendo de cada caso particular. A BIOBRÁS, por exemplo, localizada em Minas Gerais, surgiu tendo como base pesquisadores da área de Bioquímica associados com a Lilly para produzir insulina. Numa fase posterior, a Lilly retirou-se da associação. Na mesma época, com fundos públicos, a BIOBRÁS fundou a BIOFARM, para o desenvolvimento de tecnologia de fermentação. A BIOMATRIX foi, por sua vez, criada por professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro associados com importantes grupos empresariais. O seu objetivo é produzir sementes adaptadas às condições nacionais, inicialmente baseando-se em linhagens importadas de firmas estrangeiras. E, finalmente, no Rio Grande do Sul, o relacionamento entre o Centro de Biotecnologia da Universidade Federal e o Laboratório Noly é bastante aberto e direto, este último visando desenvolver em escala industrial descobertas do centro biotecnológico.

SEGUNDA PARTE

PRINCIPAIS ÁREAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

1. Produção Agroindustrial

1.1. Agricultura

1.1.1. O Setor Público

Possivelmente, a área de maior potencial para a agricultura brasileira seja aquela ligada à pesquisa sobre a fixação biológica do nitrogênio. Calcula-se que 75% dos custos dos fertilizantes químicos são devidos ao nitrogênio, um subproduto do petróleo, e com a modernização da agricultura brasileira, a demanda de nitrogênio

aumentou muito. No caso da soja, a fixação bem sucedida eliminaria completamente a necessidade de nitrogênio produzido industrialmente, e estimativas são de que isto implicaria uma economia de cerca de 50 mil toneladas de nitrogênio por ano[5].

O índice de fixação de nitrogênio no caso de legumes, tais como o feijão, é calculado em 30%. O debate prossegue, no entanto, em torno dos impactos da fixação biológica sobre a produtividade das plantas.

A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) é a principal instituição brasileira envolvida com esta pesquisa e privilegia a fixação de nitrogênio através da utilização da bactéria *Rhizobium*. Uma longa experiência de pesquisa, que remonta aos anos 40, colocou o Brasil numa posição vantajosa nesta área.

Além da EMBRAPA, a UNESCO também intervém nesta pesquisa, através do Centro de Recursos Microbiológicos no Rio Grande do Sul, um dos centros do MIRCEN. Foi assinado um acordo entre a UNEP/UNESCO e o IPAGRO, representando a Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, em 1978, e que visa o estabelecimento desta linha de pesquisa na América Latina com uma contribuição de 50.000 dólares da parte da UNESCO, para um período de dois anos.

Existem, no Brasil, outros centros de pesquisa e Universidades trabalhando na questão da fixação do nitrogênio. Deve-se mencionar, especialmente, o Instituto Zootécnico de São Paulo, o qual investiga métodos de fixação de nitrogênio com base em legumes de forragem.

Novas Espécies Vegetais

O Centro de Energia Nuclear em Agricultura da ESALQ lidera esta área de pesquisa. Além de novas espécies vegetais, o Centro também atua nas áreas de tecnologia de conservação alimentar, controle de pragas, técnicas de fertilização e hidrologia. No mundo, foram criadas cerca de 120 novas espécies de plantas através da utilização da energia nuclear (a maior parte das quais nos Estados Unidos). Recentemente, no Brasil, o Instituto de Arroz do Rio Grande deu início a um tra-

---

[5] Cálculos efetuados com base na colheita de 1980 avaliam a economia potencial em cerca de 100 milhões de dólares.

balho conjunto com o CENA objetivando melhorar a irrigação da produção de arroz do Rio Grande do Sul com base em mutações induzidas de variedades de arroz.

O Programa Energético

1. Melhoramento de Plantas

Um dos principais estímulos ao aperfeiçoamento de plantas provém da necessidade de melhorar o rendimento da biomassa no programa energético. Açúcar é a principal colheita aqui e ressente-se de uma baixa taxa de produtividade, cerca de 50 t/ha (contra uma média de 150 t/ha nos Estados Unidos). Já sob as condições de irrigação existentes no Vale de São Francisco, foi atingida uma produção de 300 toneladas. Desde 1971, o PLANALÇÚCAR, do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), desenvolveu o Programa de Desenvolvimento da Cana-de-Açúcar, o qual, em conjunto com o Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo, desenvolveu algumas novas variedades de produtividade elevada.

Com exceção do açúcar, do café e do cacau, para cada um dos quais existem instituições específicas, a EMBRAPA responde pelo aperfeiçoamento dos insumos de biomassa. Com a fundação do Programa Nacional de Pesquisa Energética, em 1980, em conjunto com o Ministério da Indústria e Comércio, a EMBRAPA deu início à pesquisa sobre mandioca e sorgo como fontes alternativas de energia, e sobre girassóis para a produção de óleos vegetais.

2. Subprodutos da Indústria do Álcool e Rações Animais

Outra área de pesquisa ainda em estágio inicial é aquela ligada à levedura. Após ser enxuta, a levedura que é um subproduto da indústria do álcool, contém um nível proteico entre 30 e 50%. A ESALQ está pondo em andamento uma pesquisa sobre o uso de leveduras na alimentação de animais, sobretudo no efeito destas leveduras sobre o gado bovino na produção de leite e, de modo mais amplo, no metabolismo animal. O Instituto Zootécnico de São Paulo está trabalhando na mesma área, avaliando o efeito dos subprodutos do açúcar e do álcool como alimento para gado confinado.

Principais Organismos de Pesquisa

O Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN), da EMBRAPA, em especial o seu Banco de Germoplasma, além de coletar e beneficiar material

genético, coordena a introdução de novas plantas e supervisiona a utilização de germoplasma dentro da comunidade científica, trabalhando junto com diversos organismos internacionais. As suas principais áreas de pesquisa incluem melhoramento da qualidade de sementes; estocagem; efeito da fertilização de nitrogênio; e cultura de tecidos envolvendo mandioca, batata e alho.

Existe um acordo de troca de cultivares com organismos internacionais, envolvendo o Centro Internacional de La Papa (CIP) e o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Além disto, no seu Centro de Pesquisas de Pelotas, a EMBRAPA deu início à produção de mudas de morangos através de cultura de tecidos e, em 1981, produziu 7 milhões destas mudas, cuja principal vantagem é sua isenção de vírus.

Em 1981, a EMBRAPA inaugurou um laboratório especializado em engenharia genética aplicada a plantas. Este projeto foi aprovado pelo CNPq/FINEP em 1982. Desde 1982, este Laboratório de Engenharia Genética vem agindo em três áreas básicas: cultura de células e tecidos; identificação e caracterização de genes manipuláveis através de engenharia genética; e DNA recombinante. A médio e longo prazos espera-se poder utilizar técnicas de cloragem e de transferência de genes e microorganismos de plantas, objetivando aumentar a resistência a condições adversas, e a produtividade e o valor nutritivo. Uma área-chave de pesquisa, dentro deste último ponto, é, o esforço para aumentar o valor nutritivo do feijão através da transferência de moléculas de castanhas brasileiras, ricas em proteínas. Na frente energética, a cultura de tecidos está sendo utilizada para o óleo de palma, visando obter um substituto para o óleo diesel. De acordo com o coordenador do projeto, o Brasil está defasado em apenas cerca de três anos de progressos gerais da engenharia genética no mundo, e não sete ou oito, como muitas vezes é afirmado.

Estes progressos são reflexos do aumento do apoio do Governo à pesquisa agrícola. A EMBRAPA, que é responsável por metade de toda pesquisa agrícola no Brasil, teve seu orçamento elevado de 10 milhões de dólares, em 1973, para 150 milhões em 1980.

Além da EMBRAPA, o Centro Biotecnológico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi criado em 1982, com o apoio de diversos organismos do Estado, e com acordos de intercâmbio com a Universidade da Califórnia, na área de controle biológico de pragas, agroenergia e troca de pessoal e material genético. O Centro é especializado no desenvolvimento de biotecnologia para uso na agricultura e na saúde, e suas principais áreas de interesse são a fixação de nitrogênio, vacinas

para aftosa e equipamento de diagnóstico, e suas principais técnicas são DNA recombinante e hibridomas. Foram firmados acordos com a Companhia Riograndense de Participações/Laboratórios Noli S.A. para exploração industrial.

Também dentro da Universidade, embora fora da rede pública, está o Instituto Biotecnológico de Caxias do Sul, especializado na pesquisa sobre enzimas para a indústria de vinhos, bem como no aperfeiçoamento genético de uma série de produtos agrícolas da região.

1.1.2. O Setor Privado

Embora não envolvendo diretamente engenharia genética, um certo número de empresas vem agindo na área de genética aplicada, ilustrando o potencial que têm estas tecnologias no contexto de um mercado nacional em expansão e onde tais tecnologias eram, tradicionalmente, importadas, ou simplesmente adaptadas. No caso de sementes, suinocultura e avicultura, o crescimento da Agroceres é de longe o mais significativo. Mais recentemente, a BIOMATRIX foi criada para a aplicação de biotecnologia à produção de sementes para o mercado de plantas de jardim e de plantas adaptadas às áridas condições do Nordeste. Na criação de gado, a PECPLAN (Bradesco), em ligação com o Serviço de Seleção Genética da Associação Americana de Criadores, a Campos Verdes Empreendimentos Rurais (no Estado da Bahia), e a Volkswagem (no Estado do Pará) estão todas usando técnicas avançadas abrangendo desde a transferência de embriões até a aplicação de processamento de dados no melhoramento genético.

1.2. A Indústria de Alimentos

O recurso da indústria de alimentos a avanços da biotecnologia está intimamente ligado à demanda competitiva de exportação da produção e à internacionalização dos hábitos de consumo doméstico. Merece especial menção, aqui, o crescimento espetacular da produção de frangos, tanto para exportação (equivalente a 210 milhões de dólares em 1982) como para o consumo interno. Nesta área, o Grupo Perdigão, responsável por um terço das exportações brasileiras, após comprar um pacote genético dos Estados Unidos, estabeleceu o seu próprio centro genético e, com o auxílio de técnicos contratados nos Estados Unidos, produziu novas variedades próprias, sendo mais conhecida a "Chester". Como resultado desta pesquisa, o período de engorda foi reduzido de 58 para 48 dias.

Um aperfeiçoamento semelhante na indústria de vinhos foi iniciado pela Novo Industri (Dinamarca) a qual, junto com a Pfizer, controla o mercado de enzimas no Brasil e na maior parte da América Latina. Outras grandes empresas como Reynolds, Souza Cruz, National Distillers, Henlelein e Cinzano estão entrando em todas as fases de produção de vinho, na medida em que os avanços técnicos geram novos padrões de consumo, criando um potencial novo para o mercado brasileiro de vinhos. Merece particular menção o projeto da National Distillers de investir 30 milhões de dólares. A empresa é uma das que mais investe na área de biotecnologia, nos Estados Unidos.

A produção de coalhos e de coaguladores para a indústria de queijos é um mercado novo e atraente para a utilização de biotecnologia, especialmente com os recentes avanços na produção de enzimas reninas, pela Dow Chemicals. No Brasil, a Biofarm, subsidiária da Biobrás (ver Terceira Parte deste Relatório) vem agindo na produção de coalho.

1.3. Energia, Química e Meio-Ambiente

1.3.1. A Crise do Petróleo e a Utilização de Biomassa para a Produção de Energia

A produção de álcool como substituto do petróleo constitui-se na principal área de aplicação de biotecnologias no Brasil, uma vez que a fermentação é essencial no processo de produção. O seu impacto sócio-econômico não se limita, no entanto, à questão da tecnologia de fermentação, mas alcança desde a produção de biomassa até máquinas e equipamentos, e envolve o desenvolvimento de novas tecnologias e a reestruturação de capitais.

O ambicioso Programa PROÁLCOOL, que envolve diversos Ministérios e Comissões, estabeleceu uma meta de 10 bilhões e 700 milhões de litros de álcool em 1985 (a produção em 75 foi de 650 milhões). Deste total, as exportações correspondem apenas a uma pequena percentagem. Embora um pouco abaixo da meta, a colheita de 1982/83 produziu 5,8 bilhões de litros, cerca de 38% superior à colheita do ano anterior.

Em 1982, haviam sido aprovados 398 projetos de destilarias, (destes apenas 20 não se beneficiaram dos recursos do PROÁLCOOL), representando uma capacidade de 7,9 bilhões de litros por ano. Outros 124 projetos estavam sendo analisados pela Comissão Executiva Nacional do Álcool, representando uma capacidade de

até 2 bilhões de litros por ano. Dos projetos aprovados, 214 são de refinarias autônomas, correspondendo a 4,6 bilhões de litros. A maior parte destes projetos estão localizados no Centro-Sul e representam uma entrada de novos capitais neste setor. A cana-de-açúcar corresponde a 95% da matéria-prima a ser utilizada neste projeto, com 3,4% de mandioca e 1% de babaçu.

Cerca de 2,85 bilhões de dólares foram investidos no Programa em 1982, gerando a criação de 243.000 empregos, segundo estimativas. Deste custeio, 59% foram para o setor industrial e 41% para o setor rural. Em 1981, o Banco Mundial alocou 250 milhões de dólares para o PROÁLCOOL sob condição de que o fornecimento de destilarias e de equipamentos fosse aberto à concorrência internacional, uma política que provocou acalorados debates nos meios empresariais.

Nos cinco anos entre 1980/5, estima-se que o investimento no Programa PROÁLCOOL atinja 5 bilhões de dólares, o que o torna, de acordo com o Banco Mundial, o maior projeto deste tipo no mundo.

1.3.2. A Utilização do Álcool na Indústria Química

A indústria alcoolquímica é bastante antiga, datando dos anos 20, e só veio a declinar nos anos 50 e 60, com sua substituição pela petroquímica. Em função do PROÁLCOOL e de controles de preços vantajosos, a utilização do álcool na indústria química ganhou um estímulo considerável. No entanto, e apesar dos subsídios ao álcool, não é um substituto economicamente viável para todos os produtos derivados de petróleo. Além disto, fatores técnicos ainda favorecem a petroquímica em vários produtos.

Atualmente, o álcool é utilizado principalmente na produção de ácidos acéticos e seus derivados, e de etanol. Em 1981, a indústria consumia cerca de 140 milhões de litros de álcool por ano, equivalendo a 4% do total da produção nacional de álcool. No mesmo ano, projetos aprovados apontavam para um aumento na produção em torno de 500.000 toneladas de produtos químicos por ano (um aumento de quase quatro vezes na produção existente), consumindo 497 milhões de litros por ano. Os mais importantes dentre estes projetos foram aqueles levados a cabo pela Coperbo, Salgema, Elkeiroz, Cloretil e pelo Grupo Votorantim. Em 1982, o consumo de álcool na indústria química era 100% superior ao do ano anterior. Um exame destes novos projetos mostra uma integração crescente entre o capital investido nos setores petroquímicos e nos farmacêuticos.

1.3.3. A Tecnologia de Produção do Álcool

Do ponto de vista da biotecnologia, a fermentação é o elemento-chave na tecnologia de produção de álcool. Embora a pesquisa nesta área se encontre bastante avançada no Brasil, não é muito claro o grau em que esta foi absorvida pela indústria.

De acordo com a ESALQ, que vem conduzindo a pesquisa nesta área há vários anos, a pesquisa sobre fermentação é o setor mais avançado na produção de álcool. A eliminação dos obstáculos à fermentação; enriquecimento adequado das leveduras; aumento nas concentrações, visando uma produção de teor alcóolico mais elevada; utilização de leveduras mais ricas, tais como IZ-1094, que está sendo usada como base para a pesquisa em engenharia genética; elevação de velocidade de fermentação (6-8 horas, ao invés das 72 horas nos métodos tradicionais); e aumento dos níveis de rendimento (de 78%-80%) são os aspectos mais significativos dos progressos apontados pela ESALQ.

Da parte da indústria, contudo, o Diretor da Conger, Companhia de Destilação, afirma que os níveis de rendimento da fermentação são ainda insuficientes e, como conseqüência, esta companhia está desenvolvendo uma pesquisa sobre processos de fermentação a vácuo.

Infelizmente, faltam dados precisos sobre o grau em que estes progressos apresentados pelos centros de pesquisa estão sendo adotados a nível industrial. Segundo o diretor da COPERBO, a fermentação é feita quase que inteiramente por sistemas descontínuos ou em bateladas. Além dos fatores ligados à conservação, problemas de contaminação e mutação dos microorganismos impediram até hoje progressos significativos nos processos de fermentação contínua.

A pesquisa pública nesta área está sendo desenvolvida pela Secretaria de Tecnologia Industrial, a qual está, por sua vez, subordinada ao Ministério da Indústria e Comércio. Até 1983, haviam sido financiados cerca de 150 projetos relacionados com a produção e transformação de etanol, e com o uso dos seus subprodutos. Na aprovação destes projetos é dada especial relevância a tecnologias avançadas como hidrólise enzimática, engenharia genética e processamento de destilação computadorizado.

No que se refere às matérias-primas para produção de álcool, a pesquisa sobre açúcar está sendo desenvolvida principalmente pelo IAA/PLANALSUCAR, e sobre

a mandioca pela EMBRAPA e pelo STI (é particularmente importante o processamento do plantio da mandioca, em Curvelo, que a Petrobrás vem efetuando). Estão em curso mais de 100 projetos de pesquisa que investigam a produção de álcool a partir de celulose, sob coordenação do INTFI.

No setor público, uma série de instituições, em ligação com capital privado nacional (Villares) ou com instituições de pesquisa de outros países (Alemanha/Japão/França), estão ativamente desenvolvendo pesquisas nas seguintes áreas: Hidrólise contínua; sacarifiricação contínua através de enzimas imobilizadas; identificação e manipulação de microorganismos para produção de etanol diretamente do amido; fermentação a vácuo; e sistemas específicos de moagem. No setor privado, as principais atividades de pesquisa relacionadas com álcool estão sendo efetuadas pela Copersucar, incidindo sobre novas variedades de mudas de açúcar.

No I Congresso Brasileiro de Alcoolquímica, a Associação Química Brasileira recomendou o estabelecimento de Centros Técnicos congregando pesquisadores da Universidade, do Estado e de indústrias privadas, para desenvolverem programas de pesquisa a curto, médio e longo prazos. Segundo a Associação, tais pesquisas deveriam ser coordenadas pelas indústrias nelas interessadas ou pelos próprios Centros Técnicos, e não pelos órgãos da Universidade.

As prioridades esboçadas foram técnicas de fermentação para produção de álcool, ácidos lácticos e cítricos e vitamina C. Deu-se, também, ênfase à necessidade de integrar tais pesquisas num planejamento global do setor da alcoolquímica, apontando para a grande distância que existe entre os empreendimentos tecnológicos e a produção no âmbito científico.

1.3.4. A Indústria de Equipamentos e Insumos para Biotecnologia

Enquanto nos países centrais o resultado típico dos avanços na biotecnologia foi um setor industrial baseado em equipamentos e instrumentos especializados e em enzimas produzidos em laboratório, no Brasil o impacto mais marcante foi o do PROÁLCOOL na indústria pesada ligada com fermentação.

Mais de 50% dos recursos do PROÁLCOOL foram para o setor de abastecimento industrial, em particular para financiar destilarias. Até 1982, quase 400 projetos do PROÁLCOOL haviam sido aprovados, através do que se elevou a tradicional baixa atividade da indústria de destilação, que operava, em 1978, com apenas

40% da sua capacidade. Os interesses tradicionais do açúcar cederam lugar a novos capitais, como os principais clientes da indústria de destilação, o que, por sua vez, atraiu novos capitais para este setor da indústria.

Em 1980, eram as seguintes as empresas ativas neste setor:

Dedini/Codestil	60% do mercado
Zanini	8% do mercado
Conger	25% do mercado
Fives Lille	
Krupp	
Máquinas Piratininga	
Metalúrgica Barbosa	
Santel	
Inox	

Tanto a Zanini como a Dedini são parte de conglomerados e estão entre as 20 maiores empresas no Brasil e, embora controladas por capitais nacionais, firmaram vários acordos de transferência de tecnologia com empresas da Alemanha, Canadá, Holanda e Itália.

A Conger, a terceira mais importante, introduziu o avanço mais significativo na indústria de destilação tradicional, adquirindo tecnologia austríaca que permitiu diminuir os resíduos em 20%.

Todas as empresas atraídas recentemente para a destilação - Nordon, Jaraguá, Confab Industrial, Cabrasma, Villares - trouxeram inovações tecnológicas assimiladas em colaboração com empresas estrangeiras.

Durante esta fase, além do estabelecimento de um sistema administrativo de preços (65% do preço do litro de petróleo, para o consumidor), políticas do Governo impuseram restrições à entrada de capital estrangeiro. A pressão no sentido de alterar esta política aumentou com a concessão de 1 bilhão de dólares pelo Banco Mundial ao PROÁLCOOL, a qual foi feita sob condição de serem retiradas restrições à participação de capital estrangeiro. Das 10 empresas incluídas na primeira fase do projeto do Banco Mundial, 5 eram nacionais e 5 estrangeiras:

Nacionais	Estrangeiras
Dedini/Codestil	Fletcher & Stewart/John Brown/Natron
Iesa/Fives Lille	Mitsubishi/A. Araújo/Japan/ Gazoline.KHK
Conger/Cosima/Villares/Proquip.	Setal/Backam/Walker
Techint/Met. Barbosa/Fund. Goitacaz	Speichim
Zanini	Stork

A internacionalização do setor, promovida pela intervenção do Banco Mundial, teve como conseqüência uma rápida centralização dos capitais envolvidos no setor.

Dentro da indústria de equipamentos, uma segunda área estimulada pelo PROÁLCOOL, é a dos difusores, embora a adoção de tal tecnologia - que conduziria a uma redução de custos e a processos de extração mais eficientes - implique num confronto com os tradicionais processos de moagem, defendidos pelos produtores de açúcar e indústrias afins (Zanini e Dedini são as duas principais produtoras).

Nove empresas, todas ligadas a produtos de destilação, mostraram interesse em produzir difusores, todas pressupondo, mais uma vez, acordos de transferência de tecnologia com empresas estrangeiras.

Uma terceira área aberta pelo PROÁLCOOL é a das torres de resfriamento. As principais empresas do ramo - Garcia & Bassi, Gema Alpina, Ar Industrial - compraram tecnologia estrangeira, e várias subsidiárias de multinacionais estão operando diretamente na área: Suzer, BAC, Baltimore Air Coil, Hitachi.

Com uma média de três centrífugas por destilaria, o PROÁCOOL criou, também, um novo e significativo mercado para a produção de centrífugas, ramo que está dominado pelas firmas Alfa Laval Westfalia, Fristan (capital nacional) e Crisanti, e apresenta, tradicionalmente, alta capacidade ociosa.

A produção de enzimas é incentivada pelo PROÁLCOOL, apenas na medida em que matérias-primas amiláceas são utilizadas no lugar de açúcar, o qual não requer enzimas. Isto se aplica somente a 22 de 345 projetos, correspondendo, no entanto, a um mercado de 300 toneladas de enzimas de alfa-amílase (enzimas de hidrólise parcial) e para 2.700 toneladas de amiloglicosidade. Em 1980, este mercado representava pouco mais de 10% do total do mercado brasileiro de enzimas, basicamente a indústria alimentícia, têxteis, curtumes e farmacêutica.

Em 1981, o projeto Curvelo, da Petrobrás, era a única usina de destilação de mandioca em operação. O fornecimento de enzimas era dividido entre a Novo Industri, Biobrás e Pfizer. A Novo, que responde por mais de 60% do mercado mundil de enzimas, estabeleceu uma subsidiária em São Paulo, como parte de uma estratégia continental (o mercado da Argentina de enzimas é três vezes maior que o do Brasil). Em 1980, a Novo produziu 700 toneladas para a indústria de frutos cítricos e para a indústria de vinhos, e a sua estratégia se baseia numa estimativa de crescimento potencial do PROÁLCOOL de 25% ao ano. O seu projeto de estabelecimento de uma indústria de enzimas foi rejeitado pelo Conselho de Desenvolvimento Nacional em favor da Biobrás, companhia brasileira, em 1978, mas a empresa encontra-se atualmente envolvida numa **joint-venture** com a Zanini.

A Miles Industry visa obter, em 1985, uma fatia de 30% do mercado e a Pfizer, não menos ambiciosa, espera obter uma fatia de 50%, durante os próximos cinco anos. Estas empresas se defrontam, ao mesmo tempo, com a competição da Biobrás, uma empresa nacional que desenvolveu o seu próprio **know-how**, após uma coligação inicial com a Novo, dos Laboratórios Okochi, que oferecem um pacote de enzimas do tipo "faça você mesmo", que, por enquanto, a Petrobrás não aceita.

Desde 1975, quando 95% eram importados, o setor instrumentos de laboratório vem sendo diretamente afetado pelas restrições de importações do Governo. Esta situação foi favorável à produção nacional, liderada por Instrumentos Científicos, Variam Indústria e Comércio, Proxyon e Tecnolab.

Equipamentos eletrônicos e óticos mais sofisticados, no entanto, têm, ainda, que ser importados.

Foi desenvolvida uma política semelhante com relação a instrumentos de controle e processamento, onde a meta era de uma nacionalização de 85% do mercado. Este mercado, representando cerca de 35 milhões de dólares anuais, favoreceu Engematic, Bristol/IEF, Ecil e Fuginor, empresas que já estavam estabelecidas no Brasil. As principais empresas multinacionais aí envolvidas (Honeywell, Taylor, F.P. Hokuskin, Braun e F. Controls), no entanto, desencadearam uma ofensiva para recuperar sua posição, fomentando uma sofisticação crescente na tecnologia destes instrumentos, visando gerar a obsolescência da produção nacional.

1.3.5. Biomassa para produção de Álcool

Até hoje, o açúcar representa 90% da matéria-prima do Programa do Álcool. Nos meios técnicos, defende-se a superioridade do açúcar, embora isto talvez possa

ser melhor compreendido a partir da importância dos interesses tradicionais do açúcar.

Várias correntes apontam, no entanto, para a probabilidade de um aumento na percentagem de uso de outras fontes de matéria-prima. No primeiro caso, uma otimização da utilização da capacidade existente podia ser obtida através do processamento de mandioca ou sorgo durante a entre-safra do açúcar. Com relação a outros setores industriais, a indústria de enzimas, como comentamos acima, está interessada na expansão de matérias-primas de amilase.

Um interesse semelhante existe, provavelmente, por parte das indústrias químicas/farmacêuticas com relação à utilização da celulose, que é uma matéria-prima básica para substâncias aromáticas. Além disto, fatores sócio-econômicos - descentralização, oposição à monocultura - conduziram a um incremento de estratégias alternativas/complementares, no incentivo a minidestilarias e a matérias-primas alternativas. Tal posição encontra, também, o apoio do Banco Mundial, que enfatiza as vantagens da mandioca e da madeira como matérias-primas apropriadas para solos menos férteis e que não competem com prioridades da produção de alimentos.

Atualmente, qualquer uma destas alternativas encontra obstáculos técnicos ou econômicos, e é pouco provável que o açúcar venha a ser substituído a curto prazo. Todavia, a entrada de outras matérias-primas pode ter um impacto significativo em setores industriais específicos (enzimas, equipamento) e já foi estimuladora de avanços tecnológicos significativos.

O projeto "álcool a partir de madeira", da Coalbra, é particularmente interessante. Utiliza tecnologia russa e conta com participação ativa dos principais grupos industriais - Villares, Bardella - os quais, por sua vez, pretendem utilizar-se da tecnologia desenvolvida para seus próprios projetos.

O INT, por seu lado, declarou haver obtido resultados promissores quanto à produção de álcool a partir do babaçu, o qual, como no caso da madeira, exige a intervenção de enzimas.

A pesquisa sobre açúcar, por outro lado, é coordenada pelo STI, pela ESALQ e pelo IAA.

Em termos de estratégias alternativas, a EMBRAPA é, atualmente, a principal proponente de uma estrutura descentralizada de mini-destilarias e de um aumento

na utilização de matérias-primas alternativas, basicamente sorgo e mandioca. Contrariamente às afirmações da Coopersucar, a Cooperativa Central de Açúcar, que defende a maior eficiência da produção em larga escala, a EMBRAPA afirma que a experiência do seu projeto piloto, situado no Distrito Federal, provou que a eficiência das mini-destilarias as torna competitivas. A EMBRAPA associou-se com a Dean Hullet para o desenvolvimento de tecnologia de mini-destilarias e os resultados positivos fizeram com que uma estratégia para mini-destilarias fosse incorporada pela Comissão Nacional de Energia, muito embora, por enquanto, apenas no contexto de uma perspectiva regionalista (especialmente em relação com o custo do transporte), sendo as principais beneficiárias as regiões fronteiriças e o extremo-sul.

A EMBRAPA, dentro da sua estratégia "Sistema Rural de Bio-energia", além de investigar matérias-primas alternativas ao açúcar, também está divulgando a tecnologia de biodigestores e fazendo experiências no sentido da substituição do diesel por álcool em tratores. Embora o açúcar permaneça sendo praticamente a única matéria-prima, fica claro que o programa do álcool é fruto de uma crise e não uma mera resposta aos interesses do açúcar e que há vantagens importantes que justificam a diversificação das fontes de matéria-prima.

1.3.6. A Utilização da Biotecnologia para Controle Ambiental

Embora a aplicação de biotecnologia na questão da poluição seja vista nos países industrializados como tendo grande potencial, no Brasil encontra-se ainda nos seus estágios iniciais. O principal objeto de preocupação é fruto do próprio PROÁLCOOL - especificamente a vinhaça, que é o resíduo líquido resultante da produção de álcool a partir do açúcar.

Várias linhas de pesquisa estão sendo desenvolvidas, desde a transformação da vinhaça em ração animal ou fertilizante, ou ainda, em metanol, via utilização de digestores anaeróbicos, até sua virtual eliminação através de transformações dos processos de fermentação.

Várias organizações estão envolvidas nesta linha de pesquisa - ESALQ (para fertilizante); ETG (para ração animal, metanol, fertilizante); IBRASA e IPT em ligação com a Destilaria Agro-industrial Penedo (fertilizante e energia via utilização de biodigestores anaeróbicos); e, finalmente, ELETROBRÁS (metanol via biodigestão).

Foi também dada alguma atenção a experiências de intervenção biológica em poluição de rios. CENA, em São Paulo, e AGAPA, no Rio Grande do Sul, realizaram experiências com aguapé, que mostraram excelentes resultados. Experiências semelhantes vêm sendo feitas pela SABESP, também em São Paulo. Esta empresa vem também atuando na área de digestão aeróbica de esgotos, visando a produção de gás, que ora utiliza na sua frota de veículos.

Em termos de indústria privada, o desenvolvimento mais importante foi, provavelmente, o tratamento biológico de efluentes utilizando bactérias que se alimentam dos dejetos tóxicos, atualmente sendo usada pela Syntechrom-Indústria Nacional de Pigmentos e Derivados S.A., na produção de pigmentos.

As primeiras experiências relacionadas com controle biológico de pragas vêm sendo levadas a cabo pelo Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, baseando-se no controle do ciclo reprodutivo dos insetos. Um trabalho semelhante vem sendo feito nas Universidades Federais de Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro (incluindo a Universidade Federal Rural), em Manguinhos e na UNICAMP, em São Paulo. A EMBRAPA também deu início a um trabalho nesta área. No caso do açúcar, o IAA/Planalsucar e a Coopersucar também desenvolveram projetos biológicos integrados para controle de pragas. Na maioria dos casos acima, no entanto, predomina sensivelmente a utilização de novos conhecimentos biológicos e não de intervenção a nível de engenharia genética - com exceção do trabalho desenvolvido no Instituto Oswaldo Cruz sobre os sistemas reprodutivos dos insetos.

Dada a crescente sensibilização aos efeitos de pesticidas químicos e herbicídas, que levou, pelo menos no Estado do Rio Grande do Sul, à decretação de medidas restritivas, provavelmente aumentará a atenção dada ao potencial da biotecnologia.

1.4. A Utilização da Biotecnologia na Indústria Farmacêutica e/ou Conexa.

A Indústria farmacêutica é particularmente importante quando se considera o potencial da biotecnologia, uma vez que é um setor profundamente dominado por capitais multinacionais e que crescentemente se funde com as indústrias de alimentos, química fina e insumos agrícolas.

Acompanhando progressos ocorridos em escala internacional, técnicas de fermentação comuns até então, cederam lugar em larga escala, entre os anos 60 e 70, para a síntese petroquímica.

Apesar disto, a Rhodia utiliza processos de fermentação para produção de ácido alcídico, abastecendo virtualmente a totalidade do mercado farmacêutico e de bebidas. Esta empresa, que tem seu principal programa de investimento baseado no complexo de química fina, em Camaçarí, Bahia, é, além disso, uma subsidiária da Rhone-Poulenc, uma das principais empresas francesas que investem em biotecnologia.

A BASF, outra empresa ativa na área de insumos agrícolas, química fina e produtos farmacêuticos, está empenhada na produção de aromáticos a partir do etanol, e é subsidiária de uma matriz que vem investindo fortemente em biotecnologia. De modo semelhante, a Bayer está envolvida com tratamento biológico de efluentes. Além disto, o fato das principais empresas químicas estarem crescentemente se voltando para a pesquisa biotecnológica - Monsanto, Dupont, Dow Chemicals, cujas subsidiárias dominam a química e os farmacêuticos brasileiros - é de se esperar que ocorram importantes avanços neste setor.

Um desenvolvimento específico digno de nota é o crescente consumo de adoçantes artificiais no Brasil, que veio junto com o aumento na produção de concentrados de glucose à base de milho. Babaçu e mandioca também vêm sendo examinados como substitutos para concentrados de açúcar. O Laboratório de Amido do INT está tratalhando ativamente nesta área de pesquisa e a produção comercial de glucose de mandioca está nos planos da GETEC Farmacêutica.

Dada a extrema internacionalização da indústria farmacêutica, desenvolvimentos em biotecnologia fomentados pelas multinacionais agindo no setor, dependem, basicamente, de custeio do Estado. Este último tem um estímulo adicional na especificidade de que se revestem as questões de saúde no contexto de condições tropicais e de subdesenvolvimento.

Os principais centros para desenvolvimento de biotecnologia na área de saúde são a Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ) e o Instituto Butantã. Noli e Leivas Leite são exemplos de laboratórios conduzidos por capital nacional e intimamente ligados a programas de financiamento do Governo.

Com 800 pesquisadores, a FIOCRUZ recebe apoio financeiro diretamente do Ministério da Saúde e através de Convênios (100 no total, 50 dos quais com organismos internacionais). Particularmente interessante é o convênio com a Norquisa (uma **holding** estatal que age no setor de química fina) para o desenvolvimento de tecnologia nacional, visto pelo Governo - de acordo com o responsável pelo Programa para o setor - como uma "questão de segurança nacional".

Em 1982, a primeira parte do programa de substituição de importações de farmacêuticos foi completada com sucesso, estabelecendo produção nacional de três substâncias largamente empregadas e consideradas como prioridades dentro da lista de medicamentos essenciais-fenitoína, dapsona e lidocaína. Dentro da FIOCRUZ, 13 pesquisadores são diretamente responsáveis pela pesquisa biotecnológica, a qual inclui doze projetos, financiados pelo CNPq, pela FINEP e pela Organização Mundial de Saúde. Estas incluem vacinas para a febre amarela, para a poliomielite, varíola, coqueluche e difteria; produção de reagentes para diagnósticos laboratoriais no caso da hepatite B, doença de Chagas e leptospirose; e desenvolvimento de anti-corpos monoclonais para fins de diagnóstico.

O instituto Butantã, em São Paulo, possui 12 pesquisadores no seu Departamento de Serviços Genéticos, e trabalha principalmente com vacinas, tendo uma produção anual de 100 milhões de doses, além de 350.000 ampolas de soro, que suprem cerca de 60% do mercado nacional. A produção industrial de vacina para varíola está prevista para 1984 e estão atualmente em curso estudos para a produção de vacina da poliomielite com base em engenharia genética. O Instituto conta com recursos públicos, uma vez que as fontes privadas são consideradas imediatistas e não interessadas em apoiar um investimento deste tipo, com os altos riscos que lhe são inerentes. Um problema crítico é o pouco volume dos recursos públicos, estando sua sobrevivência na dependência de fundos suplementares de emergência. De acordo com o responsável pelo Instituto, desde que contasse com financiamento adequado, o Brasil poderia virtualmente eliminar a importação de vacinas dentro dos próximos três anos, uma vez que a tecnologia já se encontra dominada.

CONCLUSÕES

As biotecnologias, formadas pelo tripé bio-ciências/biotecnologias/bio-indústrias, constituem, hoje, conjuntamente com a informática, um dos campos de inovação tecnológica que terá maiores conseqüências sociais e econômicas neste fim de século. Para os países em desenvolvimento, em particular, elas podem apresentar efeitos particularmente profundos no campo da produção de alimentos, saúde, agricultura, novas matérias-primas e energia, que poderão afetar profundamente o comércio internacional e a divisão mundial de trabalho. As biotecnologias estão determinando igualmente um profundo processo de reestruturação industrial, redefinindo os ramos industriais e as estratégias das empresas. Elas exigem igualmente a intervenção do Estado e coloca novos desafios e possibilidades à comunidade acadêmica.

As biotecnologias colocam no horizonte profundas modificações na estrutura produtiva da sociedade. Pensar em políticas para as biotecnologias implicará em um redimensionamento do sistema educacional que prepare as novas gerações com um saber adequado para decidir sobre as novas formas de relacionamento entre o homem e controle industrial da vida.

As políticas de incentivo às biotecnologias, no Brasil, ainda que, em certos casos meritórias não deixam de sofrer dos limites do Estado brasileiro e da estrutura industrial existente. A inexistência de empresas industriais nacionais capazes de absorver ou associar-se à pesquisa científica, faz com que parte considerável dos pesquisadores universitários brasileiros estejam hoje ligados a empresas multinacionais. Desta forma, fica claro que o apoio à pesquisa científica, sem dúvida, fundamental, não pode ser dissociado de uma perspectiva de desenvolvimento do conjunto da estrutura industrial.

Os projetos de pesquisa aplicada nos diversos órgãos e autarquias governamentais sofrem muitas vezes de duplicações e nem sempre têm relação orgânica com a estrutura industrial nacional. A definição de prioridades, por vezes, é feita em termos de interesses de cada órgão, inexistindo ainda um centro nacional de definição de política científica e tecnológica, com poder para concretizá-la.

Todos os países avançados, com as instituições que os aglutinam (OECD, CEE), já definiram amplos programas de apoio e incentivo as biotecnologias. Inclusive realizam avaliações sobre a situação e potencial de mercado dos países em desenvolvimento, como, por exemplo, a realizada pela "Office of Technological Assesment", do Congresso Americano, sobre as biotecnologias no Brasil.

O campo das biotecnologias se caracteriza, ao nível científico, pela interdisciplinariedade, e ao nível industrial, pela variedade de setores industriais que afeta, dificultando assim os trabalhos de definição de política científica e industrial. Estas ainda se orientam por antigas definições de campos de pesquisa científica e de atuação industrial.

A situação no Brasil deve tomar como ponto de partida a fragilidade tanto das políticas públicas num setor industrial onde as multinacionais ocupam lugar central, como tradição de relativo isolamento da pesquisa universitária em relação a empresa privada.

Ainda assim, aparentemente, no caso das biotecnologias, as relações entre empresa, universidade contando com apoio de recursos públicos, é um padrão bastante disseminado. No futuro novas pesquisas deverão determinar os padrões de relacionamento empresa privada-universidade-recursos públicos. Que tipo de estratégias seguem as empresas industriais já instaladas nos setores nacionais e estrangeiros; como surgem novas empresas e de que forma elas se relacionarão a grupos industriais existentes; que caminhos encontram os pesquisadores universitários para viabilizar industrialmente sua pesquisa? Este tipo de questões deverá ser analisado a partir de um levantamento de novas empresas, já estabelecidos ou em vias de estabelecimento e de levantamento no seio da comunidade universitária e no setor industrial.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.R. de. **A importância do investimento na pesquisa agropecuária**, Brasília, EMBRAPA, 1980.

CASSIOLATO, J.E. **Notas sobre desenvolvimento em biotecnologia e seus impactos na estrutura industrial brasileira.** Campinas, DEPE/UNICAMP, 1983.

CORDEIRO, H. **A indústria da saúde no Brasil.** Rio de Janeiro, Graal, 1980.

GIOREANNI, G. **A questão dos remédios no Brasil; produção e consumo.** São Paulo, Polis, 1980.

ZILENKAS, R. **An analysis of current and projected biotechnological activity in Brazil.** Washington, s.ed., 1982.